

Variasi Laju Aliran Media Gas CO₂ Pada Dual Reaktor Fluidized Bed Terhadap Komposisi Syn-gas

Putu Rizky Ananda Putra, I Nyoman Suprpta Winaya, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati

Program studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Sampah yang termasuk kedalam biomassa dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar padat yang dikonversi menjadi gas mampu bakar. Teknologi yang digunakan mengkonversi bahan bakar saat ini adalah teknologi gasifikasi. Pada teknologi gasifikasi memerlukan media gas yang dapat digunakan untuk menghasilkan gas mampu bakar. dalam penelitian ini media gas yang digunakan adalah karbondioksida, dengan campuran bahan bakar sampah kota yang digunakan 95% organik dan 5% nonorganik. Penambahan media gas CO₂ dilakukan untuk mengetahui komposisi syngas yang dihasilkan dengan reaksi boundart $C + CO_2 = 2CO$. Variasi media gas yang ditambahkan adalah 5 L/menit, 10 L/menit, 15 L/menit dan tanpa media gas sebagai perbandingan hasil dari syngas, dengan temperature gasifikasi 550°C dan pembakaran 650°C. Dari hasil pengujian, kandungan syngas tertinggi didapat pada variasi III yaitu 9,0767% CO, 1,1919% CH₄, dan 14,8840% H₂. Dengan penambahan media gas CO₂, kandungan gas CO yang dihasilkan didapat lebih tinggi dibanding tanpa media gas dengan presentase 1,0727 %.

Kata kunci : Dual Reactor Fluidized Bed (DRFB), Media Gas CO₂, Bahan Bakar Sampah Kota

Abstract

Municipal waste included in biomass can be utilized as solid fuel that is converted to gas capable of burning. the technology used to convert fuel today is gasification technology. Gasification technology requires gas media that can be used to produce combustible gas. in this study the additional gas insert used was carbon dioxide, with a mixture of municipal waste used 95% organic and 5% anorganic. The addition of CO₂ gas media was carried out to determine the composition of syngas produced by the boundart reaction $C + CO_2 = 2CO$. The variation of gas media added is 5 L / min, 10 L / min, 15 L / min and without gas media as a comparison of the results of syngas, with gasification temperature of 550oC and combustion of 650oC. From the test results, the highest syngas content obtained in variation III is 9.0767% CO, 1.1919% CH₄, and 14.8840% H₂. With the addition of CO₂ gas media, CO gas content produced is higher than without gas media with a percentage of 1.0727%

Keywords : Dual Reactor Fluidized Bed (DRFB), Inert Gas CO₂, Municipal Waste

1. Pendahuluan

Sampah adalah masalah yang sering dibicarakan untuk memusnakan ataupun memanfaatkan kembali. Di dunia, sampah yang dihasilkan pada tahun 2017 mencapai 7.70 ton, diperkirakan akan terus bertambah jika tidak ditangani [1]. Indonesia menghasilkan jumlah sampah padat yang diproduksi mencapai 0,70 – 0,80 kg/kapita/hari untuk kota – kota besar [2]. Di provinsi Bali, dengan populasi sekitar 880.600 penduduk, sampah yang tercatat masuk ke TPA pada tahun 2017 hingga 1.195.939 m³ dengan komposisi 70% sampah organik dan 30% sampah non-organik [3]. Untuk menanggulangi sampah dapat dapat dimanfaatkan menjadi energi terbarukan yang berpotensi menjadi energi alternative pengganti energi fosil.

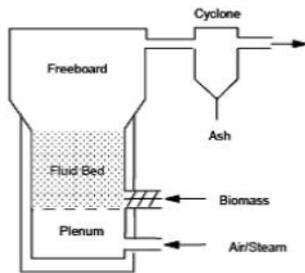
Salah satu teknologi yang digunakan untuk memanfaatkan sampah menjadi energi adalah teknologi gasifikasi, dengan mengkonversi sampah

menjadi gas mampu bakar. Salah satu teknologi gasifikasi yang sedang berkembang adalah menggunakan dual reactor fluidized bed (DRFB). Dimana terdapat dua buah reaktor yang terdiri dari reaktor gasifikasi dan reaktor pembakaran. Pada teknologi gasifikasi diperlukan media untuk proses gasifikasi, salah satunya menggunakan media gas karbondioksida (CO₂) untuk menghasilkan gas mampu bakar. karbondioksida dapat dijadikan media gasifikasi karena dari reaksi boundart yang dapat memperbanyak produksi gas. Pada penelitian sebelumnya menggunakan media gas dalam sebuah reaktor fluidized bed, dengan presentase campuran CO₂ dan N₂ [4]. Pada penelitian ini menganalisis variasi laju aliran media gas CO₂ terhadap komposisi syngas, dengan variasi penambahan laju aliran media gas CO₂ yaitu 5L/menit, 10L/menit, 15L/menit dan tanpa media gas untuk mengetahui komposisi syngas yang dihasilkan.

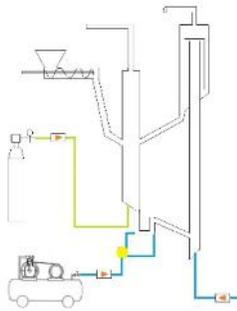
2. Dasar Teori

Sampah adalah material sisa yang sudah tidak terpakai baik dari hewan, manusia, maupun tumbuhan berbentuk pada, cair ataupun gas [5]. Sampah memiliki kemampuan diurai yang disebut biodegradability, dimana kemampuan ini dibedakan menjadi dua, yaitu biodegradable dan non-biodegradable.

Teknologi gasifikasi adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengkonversi sampah menjadi bahan bakar dengan proses termokimia yang memerlukan panas untuk memicu reaksi kimia. Pada proses gasifikasi memerlukan suatu media gasifikasi, salah satunya menggunakan media gas CO₂ yang bertujuan menghasilkan reaksi boundart $C + CO_2 = 2CO$. salah satu klasifikasi teknologi gasifier adalah fluidized bed gasifier, dimana pada sistem ini bahan bakar padat dan material hamparan menghasilkan unggun yang terfluidasi [6].



Gambar 1. Fluidized Bed Gasifier



Gambar 2. Dua Reactor Fluidized Bed

Fluidized bed gasifier kemudian dikembangkan menjadi teknologi baru yaitu dual reactor fluidized bed, dimana merupakan salah satu jenis reaktor yang proses pembakaran dan gasifikasinya terjadi pada reaktor yang berbeda. Proses kerja DRFB adalah bahan bakar yang belum habis terbakar akan disirkulasikan udara bersama bed material ke reaktor gasifikasi, proses ini akan terus berlangsung hingga bahan bakar habis terkonversi. Bed material yang digunakan adalah pasir silika dengan kemampuan menyerap panas mencapai 1000°C, pemilihan bed material berpengaruh terhadap proses fluidisasi.

3. Metode Penelitian

3.1. Alat

Perlengkapan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Dual Reactor Fluidized Bed
2. Tabung media gas CO₂
3. Blower
4. Kompresor udara
5. Heater
6. Flow meter
7. Thermocouple
8. Ayakan mesh 400 dan mesh 300
9. Pressure gauge
10. Thermostat
11. Data Loger

3.2. Bahan

Bahan bakar yang digunakan adalah sampah kota yang sudah dicacah dengan campuran 95% Organik dan 5% non-organik. Bed material yang digunakan adalah pasir silika yang sudah diayak.



Gambar 3. Sampah kota yang telah dicacah dan pasir silika dengan ukuran antara 0.4 – 0.5 mm

3.3. Variable Penelitian

- ❖ Variabel Bebas
 - Variasi I (Tanpa media gas)
 - Variasi II (Media gas 5 L/menit)
 - Variasi III (Media gas 10 L/menit)
 - Variasi IV (Media gas 15 L/menit)
- ❖ Variabel Terikat
 - Komposisi syngas yang dihasilkan.

3.4. Metode Pengolahan Data

Data yang diolah berupa hasil gas mampu bakar yang dihasilkan dari proses gasifikasi DRFB yang diuji menggunakan alat GCMS untuk mengetahui komposisi gas mampu bakar yang dihasilkan setiap variasi, dan presentase kandungan syngas. Dengan menggunakan hitungan berikut, maka presentase kandungan gas ditentukan ;

$$\frac{\text{nilai abundance gas yang dicari}}{\text{Total abundance gas keseluruhan}} \times 100\% \quad (1)$$

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan penelitian, maka didapat hasil yang telah dicatat sebagai berikut , Pengujian

syngas hasil gasifikasi dilakukan menggunakan alat GCMS di laboratorium forensik Denpasar. Gas mampu bakar yang dihasilkan berupa abundance gas, dimana kandungan gas mampu bakar yang dicari adalah karbon monoksida (CO), Metana (CH₄) dan Hidrogen (H₂). Pada unsur CO dan N₂, memiliki berat molekul yang sama yaitu 28, maka ditentukan dahulu jumlah abundance dari kedua unsur tersebut dengan rumus ;

$$N_2 \text{ gas} = \frac{\text{abundance } N_2 \text{ udara}}{\text{abundance Ar udara}} \times \text{abundance Ar gas} \quad (2)$$

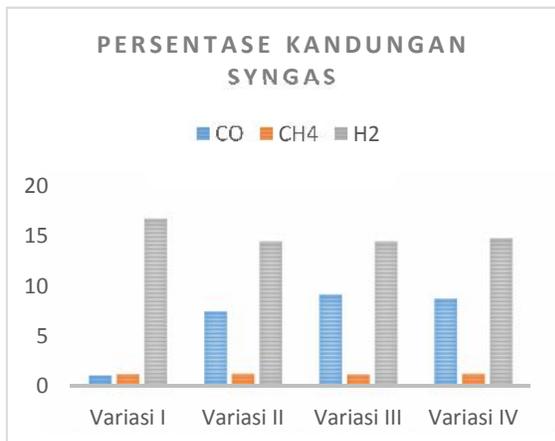
Menghitung nilai abundance gas CO

$$\text{Nilai abundance CO gas} = \frac{\text{Nilai abundance berat molekul } 28 - \text{nilai abundance } N_2 \text{ gas}}{\text{abundance Ar gas}} \quad (3)$$

Perhitungan hasil persentase kandungan gas mampu bakar yang dihasilkan dapat dihitung menggunakan persamaan (1), sehingga didapat hasil persentase yang dirangkum dalam tabel berikut;

Tabel 1. Persentase komposisi gas mampu bakar (syngas)

Variasi Penguji an	% CO	% CH ₄	% H ₂	% Kandungan Gas Mampu Bakar
I	1.0727	1.2044	16.6023	18.88
II	7.4159	1.2373	14.3371	22.99
II I	9.0767	1.1919	14.8840	25.15
I V	8.6921	1.2285	14.6482	24.57



Gambar 4. Grafik persentase kandungan syngas

Dari hasil perhitungan persentase syngas, pada tabel 1, didapat perbandingan hasil dari variasi laju aliran media gas, dimana kandungan syngas yang dihasilkan lebih tinggi menggunakan media gas CO₂, mencapai 25.15% sedangkan tanpa media gas CO₂ hanya sebesar 18.88 %, ini disebabkan adanya reaksi boundart $C + CO_2 = 2CO$, sehingga kandungan gas CO yang didapat lebih tinggi dibanding tanpa media gas, dimana hasil perbandingan kandungan gas CO dibuat kedalam grafik gambar 4.

5. Kesimpulan

Hasil yang didapatkan dengan penambahan variasi laju aliran media gasifikasi CO₂ hasil komposisi syngas yang didapat memiliki nilai persentase lebih tinggi dibanding tanpa menggunakan media gas CO₂. Dari hasil penambahan media gas CO₂ didapat reaksi boundart yang menghasilkan kandungan persentase CO yang lebih tinggi mencapai 9,076% pada variasi laju aliran media gas CO₂ 10 L/menit.

Daftar Pustaka

- [1] National Environment Agency, *Recycling Waste Statistics and Overall Recycling*, www.nea.gov.sg/waste-management/waste-stastics-and-overal,2017.
- [2] Anjali Acharya dkk, 2018, *Kajian Cepat Laporan Sintetis – Sampah Laut Indonesia*, Jakarta.
- [3] Dinas Lingkungan Hidup Dan Kebersihan, 2018, *Volume Sampah Yang Terangkut Oleh Armada DLHK Dan Non DLHK Th 2018*, Denpasar.
- [4] Sudiantara I Gede, 2016, *Sistem Gasifikasi Fluidized Bed Berbahan Bakar Limbah Rumah Potong Hewan Dengan Media Gas CO₂*, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.
- [5] Wikipedia Enslkopedia Bebas, 2018, *Sampah*, id.wikipedia.org/wiki/Sampah.
- [6] Basu Prabir and Fraser Scott A., 1991, *Circulating Fluidized Bed Boilers : Design and Operations*, Hainemann, USA

	<p>Putu Rizky Ananda Putra, menyelesaikan studi program sarjana di Teknik Mesin, Universitas Udayana dari tahun 2015 sampai 2019. Ia menyelesaikan studi dengan topik Variasi Laju Aliran Media Gas CO₂ Pada <i>Dual Reactor Fluidized Bed</i> Terhadap Komposisi Syngas</p>
<p>Area penelitian yang diminati adalah Konversi Energi.</p>	